

GKN Driveline International GmbH
Hauptstraße 130
53797 Lohmar

29. November 2004
Ne/tec (20040424)
Q04017WO00

IAP5 Rec'd PCT/PTO 27 DEC 2005

Verfahren und Vorrichtung zur Bearbeitung von Kugelnaben

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bearbeiten von Gelenkinnenteilen (11) von Kugelgleichlauf-drehgelenken, die eine Längsachse (A) aufweisen und zumindest eine Füh-rungsfläche umfassen, mittels derer das Gelenkinnenteil (11) in einen Kugelkä-fig umlaufend winkelbeweglich geführt ist, und die eine Mehrzahl von über dem Umfang der Führungsfläche verteilten Kugelbahnen (12) aufweisen, die die Führungsfläche in eine entsprechende Mehrzahl von Führungsstegen (13) tei-len und in denen drehmomentübertragende Kugeln längsverschieblich gehal-ten werden können,

dadurch gekennzeichnet,

daß jeweils zumindest eine Kugelbahn (12) und zumindest ein Führungssteg (13) simultan mechanisch bearbeitet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß bei ungeradzahligen Kugelbahnen (12) und Führungsstegen (13) jeweils eine Kugelbahn (12) und ein radial gegenüberliegender Führungssteg (13) be-arbeitet werden.

BEST AVAILABLE COPY

3. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß bei geradzahligen Kugelbahnen (12) und Führungsstegen (13) jeweils eine Kugelbahn (12) und ein der radial gegenüberliegenden Kugelbahn benachbarter Führungssteg (13) simultan bearbeitet werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß jeweils zwei Kugelbahnen (12) und zwei Führungsstege (13) simultan bearbeitet werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß jeweils zwei – insbesondere in zueinander parallelen Ebenen liegende – Kugelbahnen (12) gleichzeitig in Längsrichtung synchron und zumindest teilweise simultan dazu zumindest ein Führungssteg (13) bearbeitet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß jeweils zwei in parallelen Ebenen liegende Kugelbahnen (12) mit gemeinsam angetriebenen Werkzeugen (23, 24) bearbeitet werden.

7. Verfahren zum Bearbeiten von Gelenkinnenteilen (11) von Kugelgleichlauf-drehgelenken, die eine Längsachse (A) aufweisen und zumindest eine Führungsfläche umfassen, mittels derer das Gelenkinnenteil (11) in einen Kugelkä-

fig umlaufend winkelbeweglich geführt ist, und die eine Mehrzahl von über den Umfang der Führungsfläche verteilten Kugelbahnen (12) aufweisen, die die Führungsfläche in eine entsprechende Mehrzahl von Führungsstegen (13) teilen und in denen drehmomentübertragende Kugeln längsverschieblich gehalten werden können,

dadurch gekennzeichnet,

daß zumindest jeweils zwei Kugelbahnen (12) simultan in Längsrichtung mechanisch bearbeitet werden.

8. Verfahren zum Bearbeiten von Gelenkinnenteilen (11) von Kugelgleichlaufdrehgelenken, die eine Längsachse (A) aufweisen und zumindest eine Führungsfläche umfassen, mittels derer das Gelenkinnenteil (11) in einen Kugelförmig umlaufend winkelbeweglich geführt ist, und die eine Mehrzahl von über den Umfang der Führungsfläche verteilten Kugelbahnen (12) aufweisen, die die Führungsfläche in eine entsprechende Mehrzahl von Führungsstegen (13) teilen und in denen drehmomentübertragende Kugeln längsverschieblich gehalten werden können,

dadurch gekennzeichnet,

daß zumindest jeweils zwei Führungsstege (13, 13') simultan in Längsrichtung mechanisch bearbeitet werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß bei ungeradzahligen Kugelbahnen (12) und Führungsstegen (13) jeweils eine erste Kugelbahn (12) bzw. Stegfläche (13) und die der radial gegenüberliegenden Stegfläche bzw. Kugelbahn benachbarte zweite Kugelbahn (12') bzw. Führungssteg (13') simultan bearbeitet werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß bei geradzahligen Kugelbahnen (12) und Führungsstegen (13) jeweils zwei radial gegenüberliegende Kugelbahnen (12, 12') bzw. Führungsstege (13, 13') simultan bearbeitet werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Kugelbahnen (12) mit rotierenden Werkzeugen (21, 22, 23, 24) bearbeitet werden, deren Drehachsen (R) die Längsachse (A) des Gelenkinnenteils (11) senkrecht kreuzen und deren Mittelpunkt in relativ zum Gelenkinnenteil (11) durch die Längsachse (1) verlaufenden Radialebenen (X) geführt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Kugelbahnen (12) mit rotierenden Werkzeugen bearbeitet werden, deren Drehachse im wesentlichen radial zur Längsachse (A) des Gelenkinnenteils (11) ausgerichtet ist, wobei die Drehachse relativ zum Gelenkinnenteil (11) in radialen Ebenen durch die Längsachse (A) des Gelenkinnenteils (11) geführt wird. (ohne Figur)

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Führungsstege (13) mit rotierenden Werkzeugen (31, 32, 33) bearbeitet werden, deren Drehachse (R) die Längsachse (A) des Gelenkinnenteils senkrecht kreuzt und deren Mittelpunkt relativ zum Gelenkinnenteil (12) in durch die Längsachse (A) des Gelenkinnenteils (11) verlaufenden Radialebenen geführt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Führungsstege (13) mit rotierenden Werkzeugen bearbeitet werden, deren Mittelpunkt relativ zum Gelenkinnenteil (11) zusätzlich Schwenkbewegungen um dessen Längsachse (A) ausführt.

15. Vorrichtung zum Bearbeiten von Gelenkinnenteilen (11) von Kugelgleichlaufdrehgelenken, die eine Längsachse (A) aufweisen und zumindest eine Führungsfläche umfassen, mittels derer das Gelenkinnenteil (11) in einem Kugelförmig umlaufend winkelbeweglich geführt ist, und die eine Mehrzahl von über dem Umfang der Führungsfläche verteilten Kugelbahnen (12) aufweisen, die die Führungsfläche in eine entsprechende Mehrzahl von Führungsstegen (13) teilen und in denen drehmomentübertragende Kugeln längsverschieblich gehalten werden können,

dadurch gekennzeichnet,

daß sie eine Aufspannung für ein Gelenkinnenteil (11) und zumindest zwei rotierende Werkzeuge (21, 31) zum simultanen Bearbeiten zumindest einer Kugelbahn (12) und zumindest eines Führungssteges (13) aufweist.

16. Vorrichtung zum Bearbeiten von Gelenkinnenteilen (11) von Kugelgleichlaufdrehgelenken, die eine Längsachse (A) aufweisen und zumindest eine Führungsfläche umfassen, mittels derer das Gelenkinnenteil (11) in einem Kugelförmig umlaufend winkelbeweglich geführt ist, und die eine Mehrzahl von über

dem Umfang der Führungsfläche verteilten Kugelbahnen (12) aufweisen, die die Führungsfläche in eine entsprechende Mehrzahl von Führungsstegen (13) teilen und in denen drehmomentübertragende Kugeln längsverschieblich gehalten werden können,

dadurch gekennzeichnet,

daß sie eine Aufspannung für ein Gelenkinnenteil (11) und zumindest zwei rotierende Werkzeuge (21, 22) zum simultanen Bearbeiten zweier Kugelbahnen (12, 12') in Längsrichtung aufweist.

17. Vorrichtung zum Bearbeiten von Gelenkinnenteilen (11) von Kugelgleichlauf-drehgelenken, die eine Längsachse (A) aufweisen und zumindest eine Führungsfläche umfassen, mittels derer das Gelenkinnenteil (11) in einem Kugelkäfing umlaufend winkelbeweglich geführt ist, und die eine Mehrzahl von über dem Umfang der Führungsfläche verteilten Kugelbahnen (12) aufweisen, die die Führungsfläche in eine entsprechende Mehrzahl von Führungsstegen (13) teilen und in denen drehmomentübertragende Kugeln längsverschieblich gehalten werden können,

dadurch gekennzeichnet,

daß sie eine Aufspannung für ein Gelenkinnenteil (11) und zumindest zwei rotierende Werkzeuge (31, 32) zum simultanen Bearbeiten zweier Führungsstege (13, 13') in Längsrichtung aufweist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Aufspannung für ein Gelenkinnenteil (11) zumindest Vorschubmittel für den Vorschub in Längsrichtung (Z) des Gelenkinnenteils aufweist und daß die zumindest zwei rotierenden Werkzeuge Vorschubmittel für einen Vorschub je-

weils ausschließlich radial zur Längsachse des Gelenkinnenteils aufweisen.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 18,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Drehachsen (R) aller simultan mit den mit dem Gelenkinnenteil (11) in Eingriff befindlichen drehenden Werkzeuge in einer gemeinsamen Ebene liegen.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Drehachsen (R) der rotierenden Werkzeuge in zumindest zwei zueinander parallelen Ebenen liegen, wobei insbesondere Werkzeuge zum Abziehen der Führungsstege in einer zweiten gemeinsamen Ebene liegen.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 20,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Aufspannung des Gelenkinnenteils (11) zusätzlich über Verstellmittel zur drehenden Verstellung der Aufspannung um die Längsachse (A) des Gelenkinnenteils (11) verfügt.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 21,

dadurch gekennzeichnet,

daß die rotierenden Werkzeuge (21, 22, 23, 24) für die Kugelbahnen (12) Scheibenwerkzeuge sind, deren Drehachsen die Längsachse (A) des Gelenkinnenteils (11) mit Abstand kreuzen.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 21,

dadurch gekennzeichnet,

daß die rotierenden Werkzeuge für die Kugelbahnen Fingerwerkzeuge sind, deren Drehachsen im wesentlichen radial zur Längsachse (A) des Gelenkinnenteils (11) ausgerichtet sind.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 23,

dadurch gekennzeichnet,

daß die rotierenden Werkzeuge (31, 32, 33) für die Führungsstege (13) Scheibenwerkzeuge sind, deren Drehachsen die Längsachse (A) des Gelenkinnenteils (11) mit Abstand kreuzen.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 24,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Aufspannung für das Gelenkinnenteil (11) letzteres axial einspannt.

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 25,

dadurch gekennzeichnet,

daß Verstellmittel zur drehenden Verstellung der drehenden Werkzeuge um die Längsachse (A) des Gelenkinnenteils (11) vorgesehen sind.

Verfahren und Vorrichtung zur Bearbeitung von Kugelnaben

Beschreibung

Die Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtungen zum Bearbeiten von Gelenkinnenteilen von Kugelgleichlaufdrehgelenken, die auch als Kugelnaben bezeichnet werden. Solche Gelenkinnenteile weisen eine Längsachse A auf und umfassen zumindest eine Führungsfläche, mittels derer das Gelenkinnenteil relativ zu einem Kugelkäfing umlaufend winkelbeweglich geführt ist. Auf dieser Führungsfläche ist eine Mehrzahl über dem Umfang verteilter Kugelbahnen ausgebildet, die die Führungsfläche in eine entsprechende Mehrzahl von Führungsstegen teilen. In den Kugelbahnen können drehmomentübertragende Kugeln des Kugelgleichlaufdrehgelenks längsverschieblich gehalten werden. Kugelgleichlaufdrehgelenke dieser Art umfassen, wie allgemein bekannt, ein Gelenkaußenteil mit ersten Kugelbahnen, einen Kugelkäfing, in dem eine Mehrzahl von Kugeln gehalten ist, sowie das hier in Rede stehende Gelenkinnenteil mit zweiten, nachfolgend nicht näher differenzierten Kugelbahnen. Die Gelenkinnenteile der vorstehend bezeichneten Art sind insbesondere, wenn auch nicht ausschließlich, für Kugelgleichlaufdrehgelenke geeignet, die von der Anmelderin als AC (angular contact), UF (undercut free), DO (double offset), HAI (high angle inbord) und TBJ (twin ball joint) bezeichnet werden. Diese Bezeichnungen haben sich bereits weitgehend zu Gattungsbegriffen entwickelt.

Bei der Herstellung von Gelenkinnenteilen der bekannten Art ist es bereits bekannt, an den Werkstücken in einer gemeinsamen Aufspannung zunächst Bearbeitungsschritte an den einzelnen Kugelbahnen und anschließend Bearbeitungsschritte an den Führungsstegen vorzunehmen. Hierbei wird bei der Bearbeitung der Kugelbahnen die Kugelnabe festgehalten und mittels rotierender Werkzeuge die Kugelbahnen Bahn für Bahn mechanisch bearbeitet. Insbesondere werden hierbei die bereits ge-

härteten Bahnen geschliffen. Danach wird bei drehend angetriebener Kugelnabe diese zunächst überdreht und danach formgeschliffen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Verfahren zur Herstellung von Kugelnaben der genannten Art weiter zu rationalisieren und Vorrichtungen zur Durchführung der aufgezeigten Verfahren bereitzustellen.

Eine erste Lösung liegt in einem Verfahren zum Bearbeiten von Gelenkinnenteilen von Kugelgleichlaufdrehgelenken, die eine Längsachse aufweisen und zumindest eine Führungsfläche umfassen, mittels derer das Gelenkinnenteil in einen Kugelkäfig umlaufend winkelbeweglich geführt ist, und die eine Mehrzahl von über den Umfang der Führungsfläche verteilten Kugelbahnen aufweisen, die die Führungsfläche in eine entsprechende Mehrzahl von Führungsstegen teilen und in denen drehmomentübertragende Kugeln längsverschieblich gehalten werden können, das sich dadurch auszeichnet, daß jeweils zumindest eine Kugelbahn und zumindest ein Führungssteg simultan mechanisch bearbeitet werden.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können bei gleich günstigen Rüstzeiten wie bisher üblich, also in einer Aufspannung, die Bearbeitungszeiten verkürzt und die Stillstandszeiten der einzelnen Werkzeuge wesentlich reduziert werden. Die genannte mechanische Bearbeitung kann sowohl Fräsverfahren als auch Schleifverfahren sowie deren Kombination umfassen. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sind bei gegebener Ausbringung erheblich reduzierte Investitionskosten erforderlich.

Qualitätsverbesserungen sind insbesondere bei Einhaltung der nachstehenden weiteren Ausgestaltungsformen möglich, nämlich daß bei ungeradzahligen Kugelbahnen und Führungsstegen jeweils eine Kugelbahn und ein radial gegenüberliegender Führungssteg bearbeitet werden, bzw. daß bei geradzahligen Kugelbahnen und Führungsstegen jeweils eine Kugelbahn und ein der radial gegenüberliegenden Kugelbahn benachbarter Führungssteg simultan bearbeitet werden. Hiermit werden keine oder nur geringe Querkräfte auf die Einspannung des Werkstückes ausgeübt, so daß die Bahn- und Führungsstege mit erhöhter Präzision gefertigt werden können. Da die eingesetzten rotierenden Werkzeuge Formwerkzeuge sind, können Bahnen jedes

beliebigen Querschnitts erzeugt werden.

Eine weitere Steigerung der Produktivität ist dadurch möglich, daß jeweils zwei Kugelbahnen und zwei Flächen simultan bearbeitet werden oder daß jeweils zumindest zwei – insbesondere in zueinander parallelen Ebenen liegende - Kugelbahnen synchron in Längsrichtung zeitgleich und zumindest teilweise simultan dazu ein oder zwei Führungsstege bearbeitet werden.

Nach einem zweiten Lösungsansatz, der im wesentlichen die gleichen Vorteile wie zuvor beschrieben bietet, wird ein Verfahren zum Bearbeiten von Gelenkinnenteilen von Kugelgleichlaufdrehgelenken vorgeschlagen, die eine Längsachse aufweisen und zumindest eine Führungsfläche umfassen, mittels derer das Gelenkinnenteil in einen Kugelkäfig umlaufend winkelbeweglich geführt ist, und die eine Mehrzahl von über den Umfang der Führungsfläche verteilten Kugelbahnen aufweisen, die die Führungsfläche in eine entsprechende Mehrzahl von Führungsstegen teilen und in denen drehmomentübertragende Kugeln längsverschieblich gehalten werden können, wobei zumindest jeweils zwei Kugelbahnen simultan in Längsrichtung mechanisch bearbeitet werden.

Schließlich wird nach einem dritten Lösungsansatz, der ebenfalls die gleichen oben beschriebenen Vorteile bietet, ein Verfahren zum Bearbeiten von Gelenkinnenteilen von Kugelgleichlaufdrehgelenken vorgeschlagen, die eine Längsachse aufweisen und zumindest eine Führungsfläche umfassen, mittels derer das Gelenkinnenteil in einen Kugelkäfig umlaufend winkelbeweglich geführt ist, und die eine Mehrzahl von über den Umfang der Führungsfläche verteilten Kugelbahnen aufweisen, die die Führungsfläche in eine entsprechende Mehrzahl von Führungsstegen teilen und in denen drehmomentübertragende Kugeln längsverschieblich gehalten werden können, wobei zumindest jeweils zwei Führungsstege simultan in Längsrichtung mechanisch bearbeitet werden.

Auch bei den hiermit genannten Verfahren läßt sich eine Qualitätssteigerung dadurch erreichen, daß bei ungeradzahligen Kugelbahnen und Führungsstegen jeweils eine erste Kugelbahn bzw. Stegfläche und die der radial gegenüberliegenden Teilfläche

bzw. Kugelbahn benachbarte zweite Kugelbahn bzw. Führungssteg simultan bearbeitet werden, bzw. daß bei geradzahligen Kugelbahnen und Führungsstegen jeweils zwei radial gegenüberliegende Kugelbahnen bzw. Führungsstege simultan bearbeitet werden. Auch hiermit können die am Werkstück wirkenden Kräfte weitge-

5 hend in Gleichgewicht gebracht werden, so daß Querkräfte und Lagerbelastung an der Einspannung reduziert werden und die Fertigungsgenauigkeit erhöht werden kann.

In bevorzugter und anhand der Zeichnungen näher erläuteter Verfahrensführung wird vorgeschlagen, daß die Kugelbahnen mit rotierenden Werkzeugen bearbeitet werden, deren Drehachsen die Längsachse des Gelenkinnenteils senkrecht kreuzen

10 und deren Mittelpunkt in relativ zum Gelenkinnenteil durch die Längsachse verlaufenden Radialebenen geführt wird.

Alternativ hierzu ist möglich, daß die Kugelbahnen mit rotierenden Werkzeugen be-

15 arbeitet werden, deren Drehachse im wesentlichen radial zur Längsachse des Gelenkinnenteils ausgerichtet ist, wobei die Drehachse relativ in radialen Ebenen durch die Längsachse des Gelenkinnenteils geführt wird.

Bezüglich der Herstellung der Führungsstege ist vorgesehen, daß die Führungsstege mit rotierenden Werkzeugen bearbeitet werden, deren Drehachse die Längsachse des Gelenkinnenteils senkrecht kreuzt und deren Mittelpunkt relativ zum Gelenkinnenteil in durch die Längsachse des Gelenkinnenteils verlaufenden Radialebenen geführt wird, da aufgrund der Hohlform der Bearbeitungsfläche hier nur Scheibenwerkzeuge, nicht jedoch Fingerwerkzeuge einsetzbar sind. Um die Möglichkeit zu

20 bieten, daß mit einem Werkzeug ohne Verdrehen des aufgespannten Werkstückes mehrere Führungsstege bearbeitet werden können, ist nach einer ergänzenden Verfahrensführung vorgesehen, daß die Führungsstege mit rotierenden Werkzeugen bearbeitet werden, deren Mittelpunkt relativ zum Gelenkinnenteil zusätzlich Schwenkbewegungen um dessen Längsachse ausführt.

Entsprechend der eingangs genannten Aufgabenstellung umfaßt die Erfindung weiterhin nach einem ersten Ansatz eine Vorrichtung zum Bearbeiten von Gelenkinnenteilen von Kugelgleichlaufdrehgelenken, die eine Längsachse aufweisen und zumin-

30

dest eine Führungsfläche umfassen, mittels derer das Gelenkinnenteil in einem Kugelkäfig umlaufend winkelbeweglich geführt ist, und die eine Mehrzahl von über dem Umfang der Führungsfläche verteilten Kugelbahnen aufweisen, die die Führungsfläche in eine entsprechende Mehrzahl von Führungsstegen teilen und in denen drehmomentübertragende Kugeln längsverschieblich gehalten werden können, wobei sie eine Aufspannung für ein Gelenkinnenteil und zumindest zwei rotierende Werkzeuge zum simultanen Bearbeiten zumindest einer Kugelbahn und zumindest eines Führungssteiges in Längsrichtung aufweist.

In einer im wesentlichen zum gleichen Ergebnis führenden zweiten Lösungsvariante umfaßt die Erfindung eine Vorrichtung der vorstehend genannten Gattung, die sich dadurch auszeichnet, daß sie eine Aufspannung für ein Gelenkinnenteil und zumindest zwei rotierende Werkzeuge zum simultanen Bearbeiten zumindest zweier Kugelbahnen in Längsrichtung aufweist.

Nach einer weiteren Lösungsvariante schließlich, die ebenfalls zu den vorteilhaften genannten Ergebnissen führt, wird eine Vorrichtung vorgeschlagen, die sich dadurch auszeichnet, daß sie eine Aufspannung für ein Gelenkinnenteil und zumindest zwei rotierende Werkzeuge zum simultanen Bearbeiten zumindest zweier Führungssteige in Längsrichtung aufweist.

Aufgrund der jeweils gleichzeitigen Bearbeitung mehrerer Funktionsflächen am erfindungsgemäßen Gelenkinnenteil wird die Produktivität bei gegebenen Investitionskosten verbessert. Hierbei kann die Vorrichtung besonders einfach und kostengünstig ausgeführt werden, wenn vorgesehen ist, daß die Aufspannung für ein Gelenkinnenteil zumindest Vorschubmittel für den Vorschub in Längsrichtung des Gelenkinnenteils aufweist und daß die zumindest zwei rotierenden Werkzeuge Vorschubmittel für einen Vorschub jeweils ausschließlich radial zur Längsachse des Gelenkinnenteils aufweisen. Hierbei ist ergänzend vorgesehen, daß die Aufspannung des Gelenkinnenteils zusätzlich über Verstellmittel zur drehenden Verstellung der Aufspannung um die Längsachse des Gelenkinnenteils verfügt. Die Aufspannung kann das Gelenkinnenteil insbesondere axial einspannen.

Jeweils nach Zurückfahren der drehenden Werkzeuge in radialer Richtung nach außen kann das Werkstück in seiner Aufspannung um den Teilungswinkel der Kugelbahnen verdreht werden und der nächste synchrone Bearbeitungsschritt für zwei Funktionsflächen unter rein axialem Vorschub des Werkstückes und rein radialer Vorschubbewegung der rotierenden Werkzeuge wiederholt werden. Es können auch alternativ Verstellmittel zur drehenden Verstellung der drehenden Werkzeuge um die Längsachse des Gelenkinnenteils vorgesehen werden.

Hierbei ist es bevorzugt, daß die Drehachsen aller gleichzeitig im Bearbeitungseingriff befindlichen rotierenden Werkzeuge in einer Ebene liegen.

Nach einer weiterführenden Ausführungsform wird vorgesehen, daß die Drehachsen der rotierenden Werkzeuge in zumindest zwei zueinander parallelen Ebenen liegen, wobei insbesondere Werkzeuge zum Abziehen der Führungsstege in einer zweiten gemeinsamen Ebene liegen. Auf diese Weise können mit einfachen Mitteln bei unveränderter gleicher Aufspannung weitere Werkzeuge zum Einsatz gebracht werden, die sich in einer Ringanordnung in einer Ebene in Bezug auf die Längsachse des Werkstückes nicht unterbringen lassen würden.

Wie bereits angedeutet, können die rotierenden Werkzeuge für die Kugelbahnen Scheibenwerkzeuge sein, deren Drehachse die Längsachse des Gelenkinnenteils mit Abstand kreuzen. Die rotierenden Werkzeuge für die Kugelbahnen können jedoch auch Fingerwerkzeuge sein, deren Drehachsen im wesentlichen radial zur Längsachse des Gelenkinnenteils ausgerichtet sind. Für die rotierenden Werkzeuge der Stegflächen gilt, daß diese als Scheibenwerkzeuge auszuführen sind.

Darstellungen bevorzugter Durchführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens, aus dem sich bevorzugte Ausführungsformen erfindungsgemäßer Vorrichtungen ersehen lassen, sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachstehend beschrieben.

Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Verfahren mit gleichzeitiger Bearbeitung einer Kugelbahn und einer Stegfläche

- a) in axialer Ansicht auf die Längsachse des Gelenkinnenteils
- b) in radialer Ansicht auf die Längsachse des Gelenkinnenteils in einer ersten Variante
- c) in radialer Ansicht auf die Längsachse des Gelenkinnenteils in einer zweiten Variante
- d) in radialer Ansicht auf die Längsachse des Gelenkinnenteils an einem anderen Gelenkinnenteil;

Figur 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Verfahren mit gleichzeitiger Bearbeitung von zwei Kugelbahnen und zwei Stegflächen in axialer Ansicht auf die Längsachse des Gelenkinnenteils;

Figur 3 zeigt die Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens mit gleichzeitiger Bearbeitung von zwei Kugelbahnen in axialer Ansicht auf die Längsachse des Gelenkinnenteils;

Figur 4 zeigt die Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens mit gleichzeitiger Bearbeitung von zwei Stegflächen in axialer Ansicht auf die Längsachse des Gelenkinnenteils

Figur 5 zeigt die Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens mit gleichzeitiger Bearbeitung von zwei zueinander parallelen Kugelbahnen und einer Stegfläche.

In Figur 1a ist die erfindungsgemäße mechanische Bearbeitung eines Gelenkinnenteils 11 eines Gleichlaufdrehgelenks gemäß einer ersten Lösungsform gezeigt. Gelenkinnenteile von Kugelgleichlaufdrehgelenken werden häufig auch als Kugelnaben bezeichnet. Die Längsachse des Gelenkinnenteils 11 ist mit A bezeichnet und dient im weiteren wiederholt zur Bezugnahme für die Anordnung und die Bewegungen der verwendeten Werkzeuge. Am Gelenkinnenteil 11 sind sechs umfangsverteilte Kugelbahnen 12 erkennbar, die in Längsrichtung im wesentlichen gleichbleibenden Querschnitt haben und hier als etwa halbkreisförmige Rundbahnen ausgeführt sind. Die Kugelbahnen 12 werden voneinander getrennt durch Stegflächen 13, die Teilflächen

einer gedachten teilkugeligen Führungsfläche des Gelenkinnenteils 11 sind, mit denen das Gelenkinnenteil 11 abwinkelbar relativ gegenüber einem Kugelkäfig geführt wird. Üblicherweise ist die genannte Führungsfläche ein Scheibenabschnitt einer Kugel. Die Führungsfläche kann jedoch auch durch mittige Überdrehungen unterbrochen sein, so daß sie als imaginäre Führungsfläche zwei axial voneinander beabstandete Kugelscheiben bildet, zwischen denen ein nicht führender Zwischenbereich liegt. An den Führungsstegen 13 bzw. an den Begrenzungskanten der Kugelbahnen 12 sind jeweils Kantenbrechungen 14, 15 erkennbar, die für den erfindungsgemäßen Herstellprozeß keine wesentliche Bedeutung haben. Koaxial zur Längsachse A weist das Gelenkinnenteil 11 eine Durchgangsöffnung 16 mit einer inneren Wellenverzahnung 17 auf, die zum Einstecken eines antreibenden Wellenzapfens vorgesehen ist. In gleichzeitigem erfindungsgemäßen Werkzeugeingriff mit dem Gelenkinnenteil 11 ist ein erstes rotierendes Werkzeug 21, das ein Formwerkzeug zur rotierenden Bearbeitung der Kugelbahnen 12 bildet, sowie ein zweites rotierendes Werkzeug 31, das ein rotierendes Formwerkzeug zur Bearbeitung der Führungsstege 13 bildet, vorgesehen. Die Rotationsachse des Werkzeugs 21 ist mit R_{21} und die Rotationsachse des Werkzeugs 31 mit R_{31} bezeichnet. Jeweils senkrecht zur Richtung der Längsachse A sind zwei Achsen X_{21} und X_{31} eingezeichnet, die die Längsachse A im gleichen Punkt schneiden und auf deren Bedeutung im Zusammenhang mit der folgenden Figur eingegangen wird. Ein strichpunktiert gezeichneter bogenförmiger Pfeil P deutet eine Verstellmöglichkeit der Werkzeuge 21, 31 im Verhältnis zum Gelenkinnenteil 11 an, wobei das Bewegungszentrum auf der Längsachse A liegt. Diese Bewegungsmöglichkeit bildet jedoch nur eine Option. Alternativ kann eine Halterung für das Gelenkinnenteil 11 drehend verstellbar ausgeführt sein.

In den Figuren 1b, 1c ist das Verfahren und die Vorrichtung nach Figur 1a in einem abgewinkelten Längsschnitt durch die Achse A und die Achsen X_{21} , X_{31} gezeigt. Das Gelenkinnenteil 11 ist mit seiner koaxial zur Längsachse A verlaufenden Durchgangsöffnung 16 mit Innenverzahnung 17 erkennbar. Eine der Kugelbahnen 12 ist im Eingriff mit dem rotierenden Werkzeug 21 dargestellt. Eine der Stägflächen 13 ist im Eingriff mit dem rotierenden Werkzeug 31 dargestellt. Die Bewegung der Werkzeuge 21, 31 relativ zum Gelenkinnenteil 11 ist so, daß das Gelenkinnenteil 11 auf der Aufspannachse Z rein axial in Richtung des Doppelpfeils Z_{11} verfahren wird, während die

Rotationswerkzeuge 21, 31 jeweils ausschließlich in Richtung der Doppelpfeile X_{12} , X_{13} entlang der Achsen X_{21} , X_{31} verfahren werden. Die Achsen X_{21} , X_{31} liegen hierbei in einer gemeinsamen, radial zur Aufspannachse Z liegenden Ebene, wobei sie nach Figur 1b zusammenfallen und nach Figur 1c parallel zueinander versetzt sind. Um nach der vollständigen simultanen Bearbeitung einer Kugelbahn 12 und einer Stegfläche 13 zur Bearbeitung einer weiteren Kugelbahn und einer weiteren Stegfläche überzugehen, können die Werkzeuge 21, 31 radial zur Aufspannachse Z aus dem Eingriff mit Gelenkinnenteil 11 herausgefahren werden und dieses um die Aufspann-
 achse Z um einen Teilungswinkel der Kugelbahnen 12 verdreht werden. Die notwen-
 dig erforderlichen Bewegungs- und Steuerungsarten der Vorrichtung sind damit Dre-
 hung der Aufspannung und Verschiebung der Aufspannung in Richtung Z sowie rein
 axiale Verschiebung der Drehachsen R_{21} , R_{31} längs der Radialachsen X_{21} , X_{31} .

In Figur 1d ist ein Verfahren und eine Vorrichtung ähnlich Figur 1a für ein abwei-
 chendes Gelenkinnenteil 11 in einem abgewinkelten Längsschnitt durch die Achse A
 und die Achsen X_{21} , X_{31} gezeigt. Das Gelenkinnenteil 11 ist in einer zweiteiligen Auf-
 spannung 18 axial eingespannt. Das Gelenkinnenteil 11 ist mit seiner koaxial zur
 Längsachse A verlaufenden Durchgangsöffnung 16 erkennbar. Eine der geraden
 Kugelbahnen 12 ist im Eingriff mit dem rotierenden Werkzeug 21 dargestellt. Eine
 der Stegflächen 13 ist im Eingriff mit dem rotierenden Werkzeug 31 dargestellt. Mit
 strichpunktierten Linien ist der Weg der Werkzeuge 21, 31 relativ zum Gelenkinnen-
 teil 11 angedeutet. Die tatsächliche Bewegung ist jedoch so, daß das Gelenkinnenteil
 11 auf der Aufspannachse Z rein axial in Richtung des Doppelpfeils Z_{11} verfahren
 wird, während die Rotationswerkzeuge 21, 31 jeweils ausschließlich in Richtung der
 Doppelpfeile X_{12} , X_{13} entlang der Achsen X_{21} , X_{31} verfahren werden, ersteres hierbei
 nur zur Einstellung, letzteres während des gesamten Prozesses. Die Achsen X_{21} , X_{31}
 liegen hierbei in einer gemeinsamen, radial zur Aufspannachse Z liegenden Ebene.
 Um nach der vollständigen simultanen Bearbeitung einer Kugelbahn 12 und einer
 Stegfläche 13 zur Bearbeitung einer weiteren Kugelbahn und einer weiteren Stegflä-
 che überzugehen, können die Werkzeuge 21, 31 radial zur Aufspannachse Z aus
 dem Eingriff mit Gelenkinnenteil 11 herausgefahren werden und dieses um die Auf-
 spannachse Z um einen Teilungswinkel der Kugelbahnen 12 verdreht werden. Die
 notwendig erforderlichen Bewegungs- und Steuerungsarten der Vorrichtung sind

damit Drehung der Aufspannung 18 und Verschiebung der Aufspannung 18 in Richtung Z sowie rein axiale Verschiebung der Drehachsen R_{21} , R_{31} längs der Radialachsen X_{21} , X_{31} .

- 5 Wie in Figur 1a erkennbar, ist zum Kräfteausgleich eine weitgehend radial gegenüberliegende Anordnung der beiden Werkzeuge 21, 31 günstig. Bei der hier gezeigten geradzahligen Anzahl von Kugelbahnen 12 ist eine Abweichung von diesem Ideal um einen halben Teilungswinkel der Kugelbahnen notwendig.
- 10 Sofern die mechanische Bearbeitung mehrere aufeinanderfolgende Schritte erfordert, z. B. Fräsen und Schleifen, können weitere Sätze von Werkzeugpaaren in zur Zeichnungsebene der Figur 1a parallelen Ebenen angeordnet werden, so daß das Gelenkinnenteil 11 ohne Umspannen und unter Ausnutzung der rein axialen Vorschubmöglichkeit dem oder den weiteren Werkzeugsätzen zugeführt werden
- 15 kann. Auch diese Werkzeugsätze benötigen ihrerseits nur eine axiale Vorschubmöglichkeit in radialer Richtung in Bezug auf die Aufspannachse Z.

- In Figur 2 ist eine abgewandelte und weiterführende Ausführungsform des in Figur 1 dargestellten Verfahrens gezeigt, wobei die Darstellung wiederum in axialer Ansicht
- 20 auf die Längsachse A des Gelenkinnenteils 11 analog zu Figur 1a erfolgt. Gleiche Einzelheiten sind mit gleichen Bezugsziffern wie in der Figur 1 beschrieben, so daß auf die dortige Beschreibung Bezug genommen werden kann. Abweichend und ergänzend ist hierbei zusätzlich zum rotierenden Werkzeug 21 für eine Kugelbahn 12 ein zweites rotierendes Werkzeug 22 für eine radial gegenüberliegende Kugelbahn
- 25 12' gezeigt. Weiterhin ist zusätzlich zum Werkzeug 31 für einen Stegbereich 13 ein weiteres gleichartiges Werkzeug 32 für einen radial gegenüberliegenden Steg 13' gezeigt. Die Achsen X_{21} und X_{31} bilden hierbei einen Winkel 90° , so daß am Gelenkinnenteil 11 bei der mechanischen Bearbeitung weitgehend Kräftegleichgewicht in Bezug auf die Aufspannachse Z besteht, d. h. anders als in der Ausführung nach
- 30 Figur 1 wirken keinerlei resultierende Kräfte auf die Aufspannachse Z ein. Im übrigen gilt auch hier, daß vorzugsweise die Vorrichtung so aufgebaut ist, daß das Gelenkinnenteil 11 längs der Aufspannachse Z verschiebbar und zum Wechsel zwischen einzelnen Bearbeitungsvorgängen um die Aufspannachse Z drehbar ist, während die

Werkzeuge 21, 22, 31, 32 jeweils nur in Richtung der radial zur Achse Z liegenden Einzelachsen X_{21} , X_{22} , X_{31} , X_{32} verfahrbar sind.

In Figur 3 ist eine erfindungsgemäße Bearbeitung nach einer dritten Lösung dargestellt, wobei ein Gelenkinnenteil 11 wieder in axialer Ansicht auf die Längsachse A gezeigt ist. Gleiche Einzelheiten sind mit gleichen Bezugsziffern wie in den vorangehenden Figuren bezeichnet, so daß auf die vorausgehenden Zeichnungsbeschreibungen Bezug genommen werden kann. Hierbei findet erfindungsgemäß die gleichzeitige mechanische Bearbeitung zweier Kugelbahnen 12, 12' durch zwei rotierende Werkzeuge 21, 22 statt, die den in Figur 2 gezeigten entsprechen und in gleicher Weise in radial gegenüberliegende Kugelbahnen eingreifen. Auch hierbei erfolgt ein axialer Vorschub der Längsachse A des Gelenkinnenteils 11 entlang der Aufspann-
 achse Z sowie zusätzlich eine Verdrehbarkeit des Gelenkinnenteils 11 um die Achse Z jeweils um den Bahnteilungswinkel (α). Demgegenüber haben die rotierend angetriebenen Werkzeuge 21, 22 nur die Bewegungsmöglichkeit ihrer Achsen in Richtung der Doppelpfeile X_{12} , $X_{12'}$ radial zur Aufspannachse Z. Ihre Bewegungsachsen X_{21} , X_{22} liegen hierbei in einer gemeinsamen Ebene, d. h. speziell auf einer gemeinsamen Geraden. Gemäß dem strichpunktiert gezeichneten Pfeil P' kann auch hierbei eine relative Verstellbarkeit der Werkzeuge 21, 22 gegenüber dem Gelenkinnenteil 11 um den Bewegungsmittelpunkt A vorgesehen sein.

In Figur 4 ist eine erfindungsgemäße Bearbeitung nach einer vierten Lösung dargestellt, wobei ein Gelenkinnenteil 11 wieder in axialer Ansicht auf die Längsachse A gezeigt ist. Gleiche Einzelheiten sind mit gleichen Bezugsziffern wie in den vorangehenden Figuren bezeichnet, so daß auf die vorausgehenden Zeichnungsbeschreibungen Bezug genommen werden kann. Hierbei findet erfindungsgemäß die gleichzeitige mechanische Bearbeitung zweier Stegbereiche 13, 13' durch zwei rotierende Werkzeuge 31', 32 statt, die den in Figur 2 gezeigten entsprechen und in gleicher Weise in radial gegenüberliegende Kugelbahnen eingreifen. Auch hierbei erfolgt ein axialer Vorschub der Längsachse A des Gelenkinnenteils entlang der Aufspann-
 achse Z sowie zusätzlich eine Verdrehbarkeit des Gelenkinnenteils um die Achse Z jeweils um den Bahnteilungswinkel (α). Demgegenüber haben die rotierend angetriebenen Werkzeuge 31', 32 nur die Bewegungsmöglichkeit ihrer Achsen in Richtung

der Doppelpfeile X_{13} , X_{13}' radial zur Aufspannachse Z. Ihre Bewegungsachsen X_{31} , X_{32} liegen hierbei in einer gemeinsamen Ebene, d. h. speziell auf einer gemeinsamen Geraden. Gemäß dem strichpunktiert gezeichneten Pfeil P'' kann auch hierbei eine relative Verstellbarkeit der Werkzeuge 31', 32 gegenüber dem Gelenkinnenteil 11 um den Bewegungsmittelpunkt A vorgesehen sein.

In Figur 5 ist eine weiterführende Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt, wobei hier das Gelenkinnenteil 11 vier jeweils paarweise zueinander parallel verlaufende Kugelbahnen 12₁, 12₂ umfaßt, die erste breitere Stegbereiche 13₁ bilden, die jeweils zwischen zwei Paaren liegen, und zweite schmalere Stegbereiche 13₂ bilden, die jeweils zwischen den zwei Bahnen 12₁, 12₂ eines Paares liegen. Hierbei werden jeweils die Bahnen 12₁, 12₂ eines Paares von zwei rotierenden Werkzeugen 23, 24 zur Bahnbearbeitung bearbeitet, die eine gemeinsame Drehachse R_{23} haben und in einer gemeinsamen Halterung 25 drehend antreibbar gehalten sind. Die Bewegungsart der Halterung 25 und damit der Werkzeuge 23, 24 ist radial zur Längsachse A des Gelenkinnenteils bzw. zur Aufspannachse Z in Richtung des Radialstrahls X_{23} zu verstehen. Die Stegbereiche 13₁, 13₂ werden jeweils von einem rotierenden Werkzeug 33 bearbeitet, das eine Drehachse R_{33} hat und in einer Halterung 34 drehend antreibbar aufgenommen ist. Die Bewegung der Halterung 34 und damit des Werkzeuges 33 erfolgt ebenfalls radial zur Längsachse A des Gelenkinnenteils 11 und damit zur Aufspannachse in Richtung des Radialstrahls X_{33} . Auch hierbei liegen die Achsen R_{23} , R_{33} bevorzugt in einer gemeinsamen Ebene. Mit einem strichpunktiert dargestellten Pfeil P''' ist eine zusätzliche relative Verstellbarkeit der Halterung 34 gegenüber der Halterung 25 dargestellt, mit der diese von der Bearbeitung eines Stegbereiches 13₁ (wie dargestellt) zur Bearbeitung eines Stegbereiches 13₂ um das Bewegungszentrum A verstellt werden kann, ohne daß eine Verdrehung des Werkstückes um seine Aufspannachse erfolgen muß. Erst nachdem die Bearbeitung von zwei Stegbereichen 13₁, 13₂ zumindest teilweise simultan mit der Bearbeitung der Bahnen 12₁, 12₂ abgeschlossen ist, wird das Werkstück 11 um seine Aufspannachse um den Teilungswinkel zwischen den Bahnpaaren verdreht, in diesem Fall also jeweils um 90°. Die Halterung 34 wird hierbei wieder in die Ausgangsposition zurückgeschwenkt. Alternativ kann auch bei festgehaltenem Werkstück 11 eine gemeinsame Verstellung beider Halterungen 25, 34 relativ zu diesem um das Bewe-

gungszentrum A erfolgen.

- Abwandlungen des vorstehend beschriebenen Verfahrens sind möglich, beispielsweise auch die ergänzende Ausgestaltung mit zwei Werkzeugen für die simultane
- 5 Bearbeitung zweier Stegbereiche, die dann jedoch verschiedene Rotationsachsen aufweisen müssen.

Verfahren und Vorrichtung zur Bearbeitung von Kugelnaben

Bezugszeichenliste

11	Gelenkinnenteil
12	Kugelbahn
13	Führungssteg / Stegfläche
14	Kantenbrechung
15	Kantenbrechung
16	Durchgangsöffnung
17	Verzahnung
18	Aufspannung
21	Werkzeug
22	Werkzeug
23	Werkzeug
24	Werkzeug
25	Halterung
31	Werkzeug
32	Werkzeug
33	Werkzeug
34	Halterung
A	Längsachse
Z	Aufspannachse
R	Drehachse
X	Radialachse

Verfahren und Vorrichtung zur Bearbeitung von Kugelnaben

Zusammenfassung

Verfahren zum Bearbeiten von Gelenkinnenteilen 11 von Kugelgleichlaufdrehgelenken, die eine Längsachse A aufweisen und zumindest eine Führungsfläche umfassen, mittels derer das Gelenkinnenteil 11 in einen Kugelhäufung umlaufend winkelnbeweglich geführt ist, und die eine Mehrzahl von über dem Umfang der Führungsfläche verteilten Kugelbahnen 12 aufweisen, die die Führungsfläche in eine entsprechende Mehrzahl von Führungsstegen 13 teilen und in denen drehmomentübertragende Kugeln längsverschieblich gehalten werden können, wobei jeweils zumindest eine Kugelbahn 12 und zumindest ein Führungssteg 13 simultan mechanisch bearbeitet werden.

Figur 1a

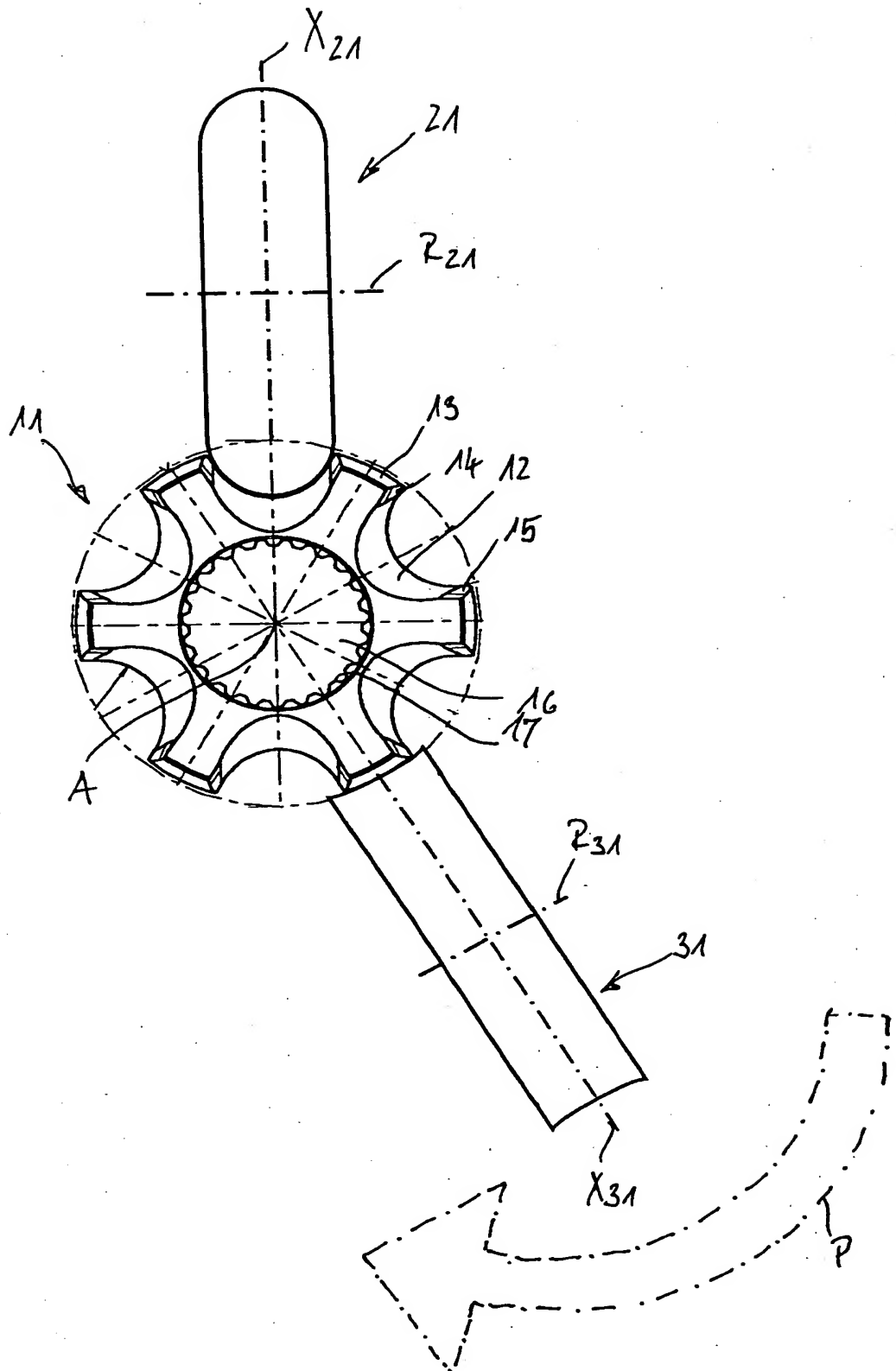


FIG. 1.a

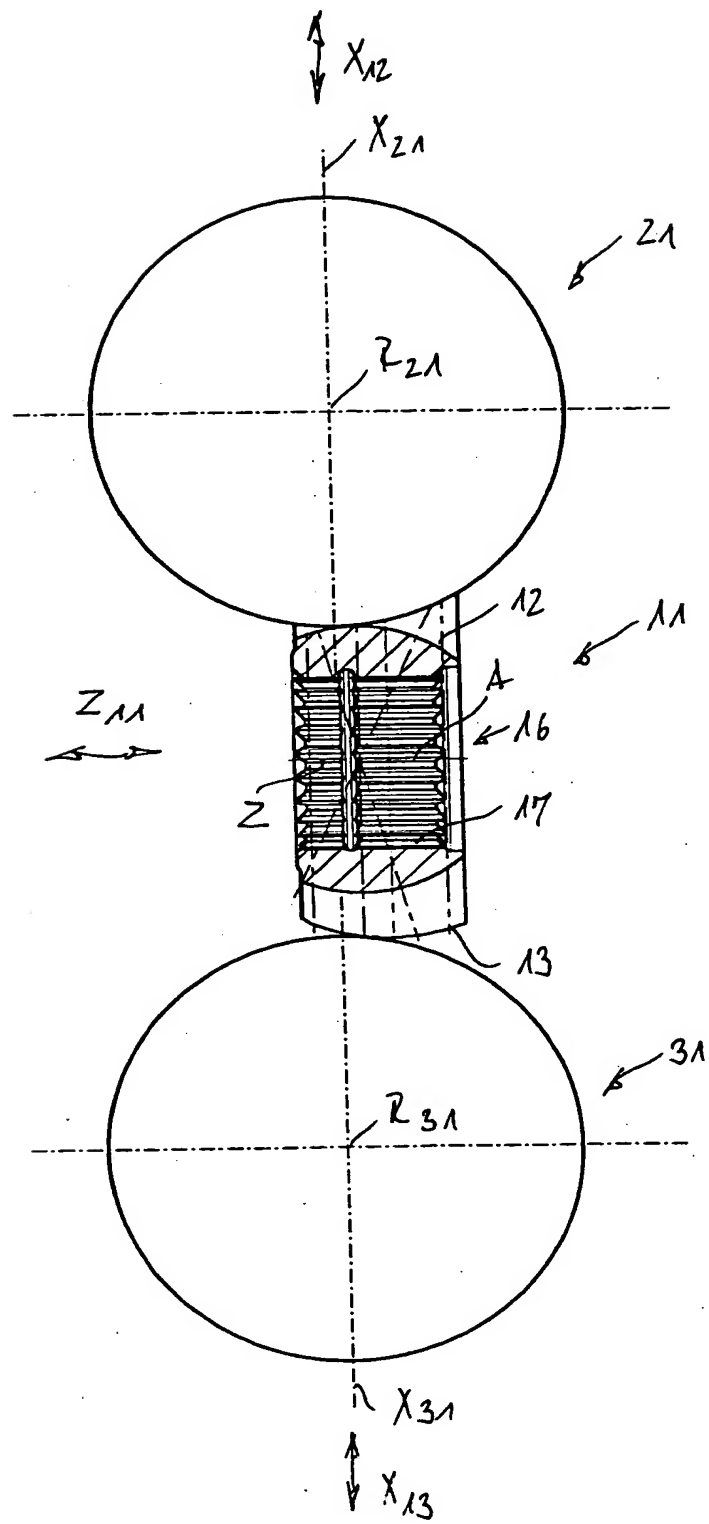


FIG. 1b

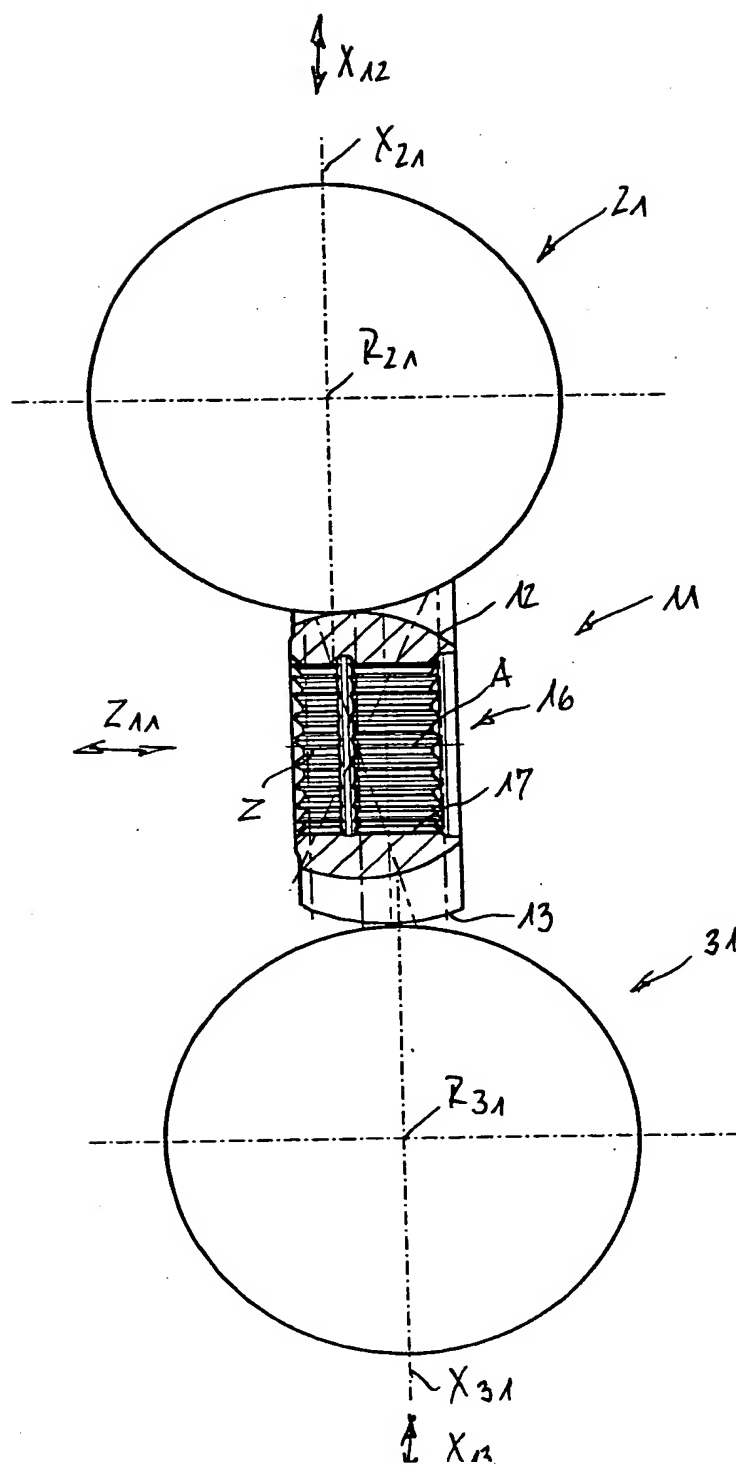


FIG. 1c

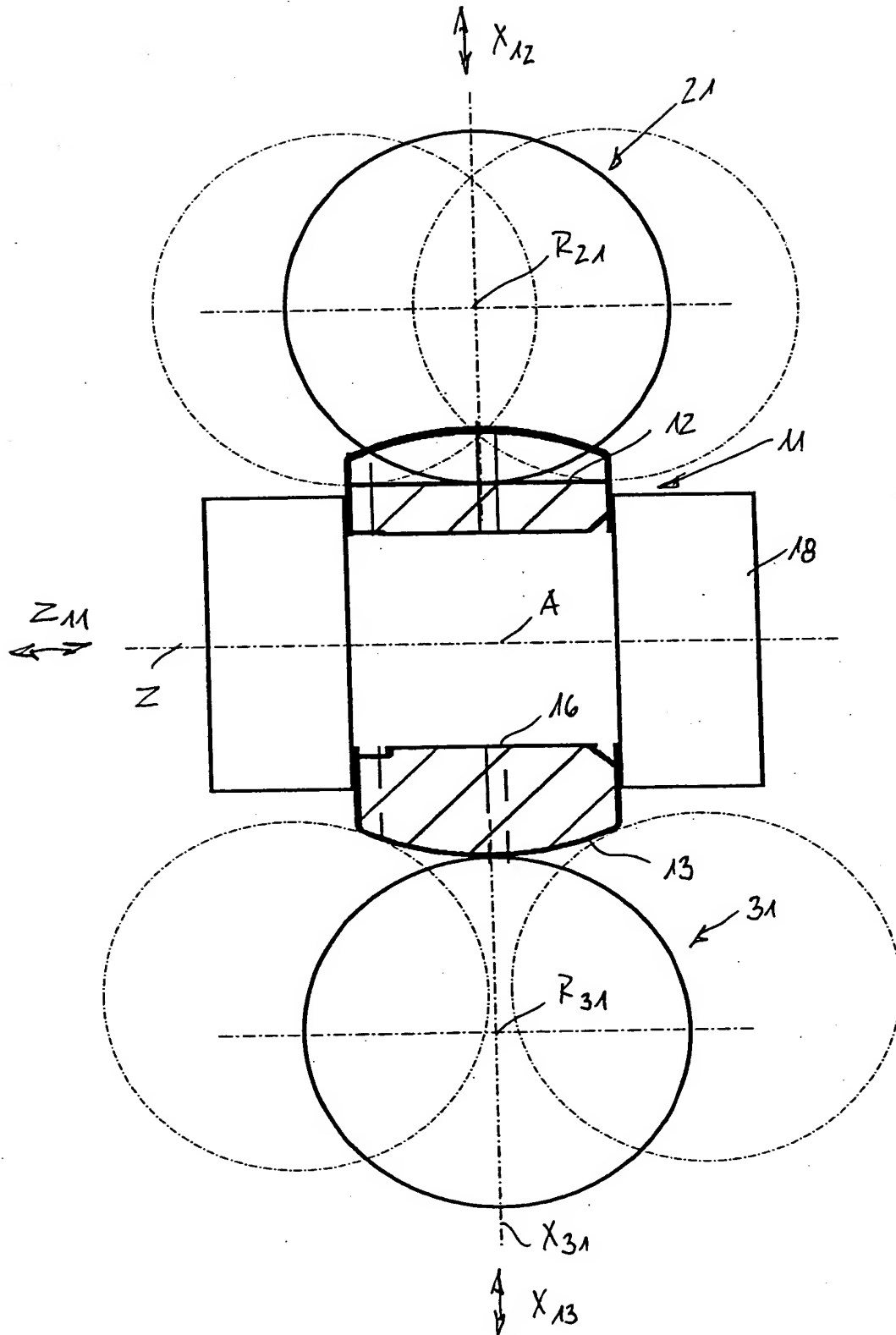


FIG. 1d

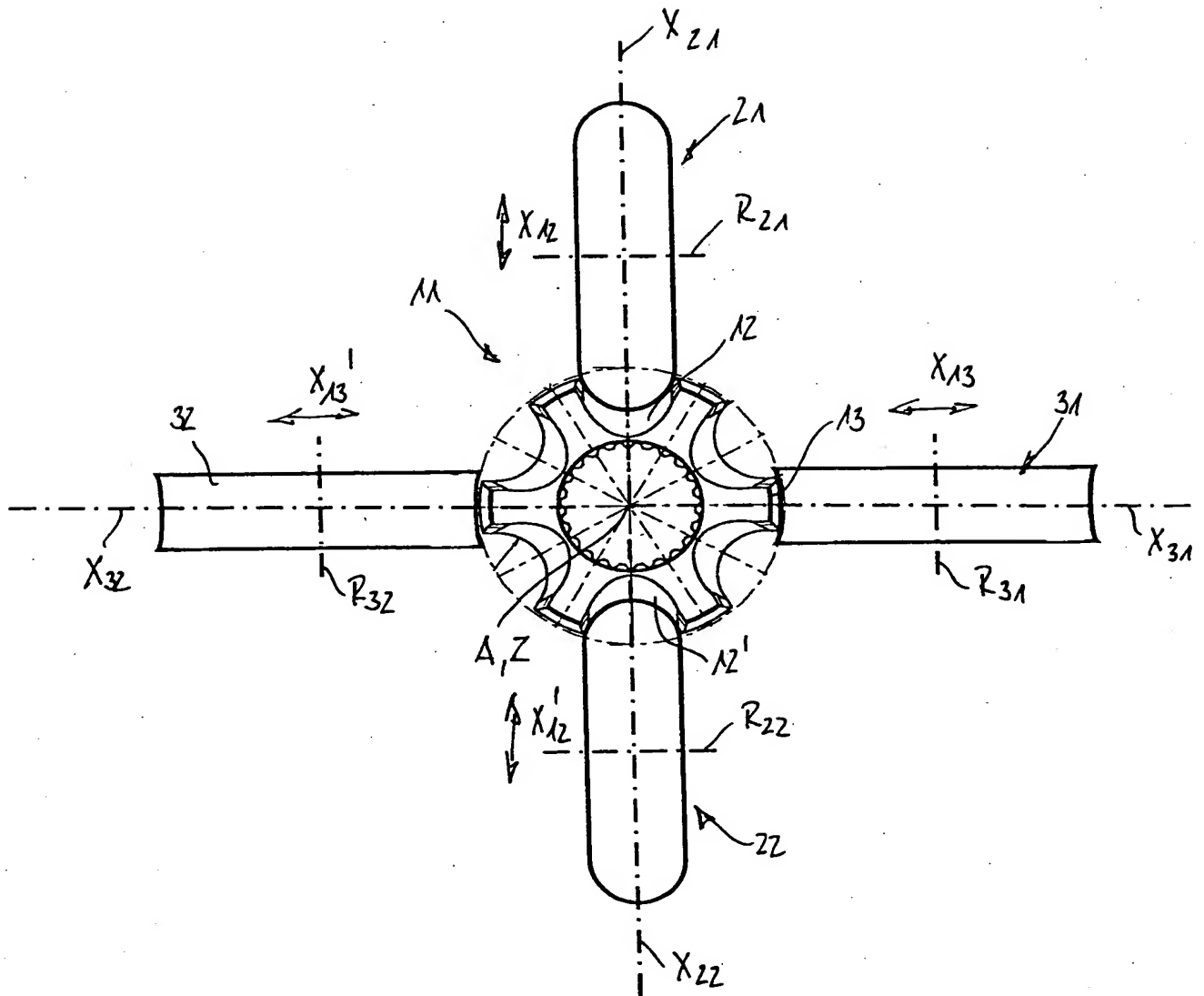


FIG. 2

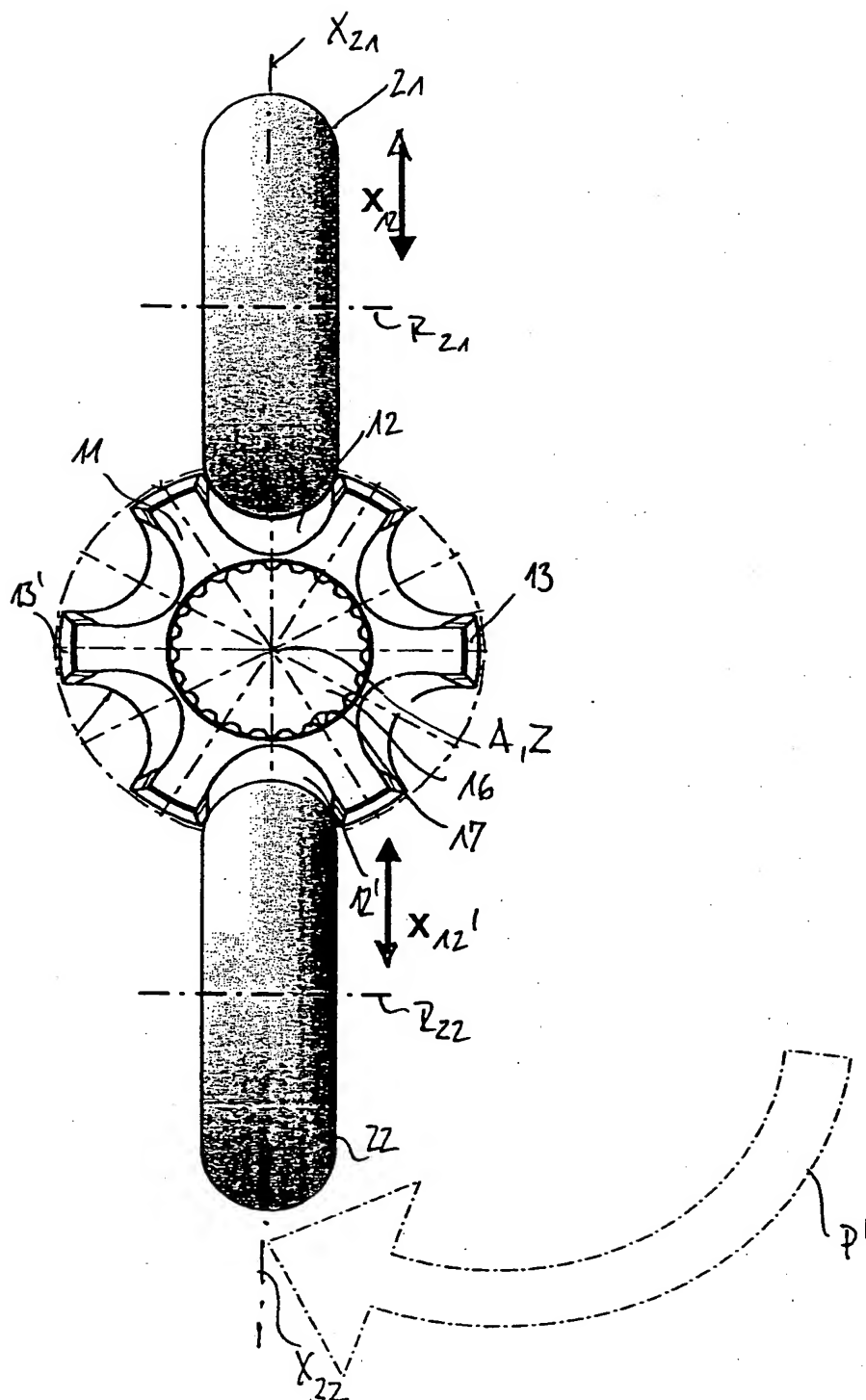


FIG. 3

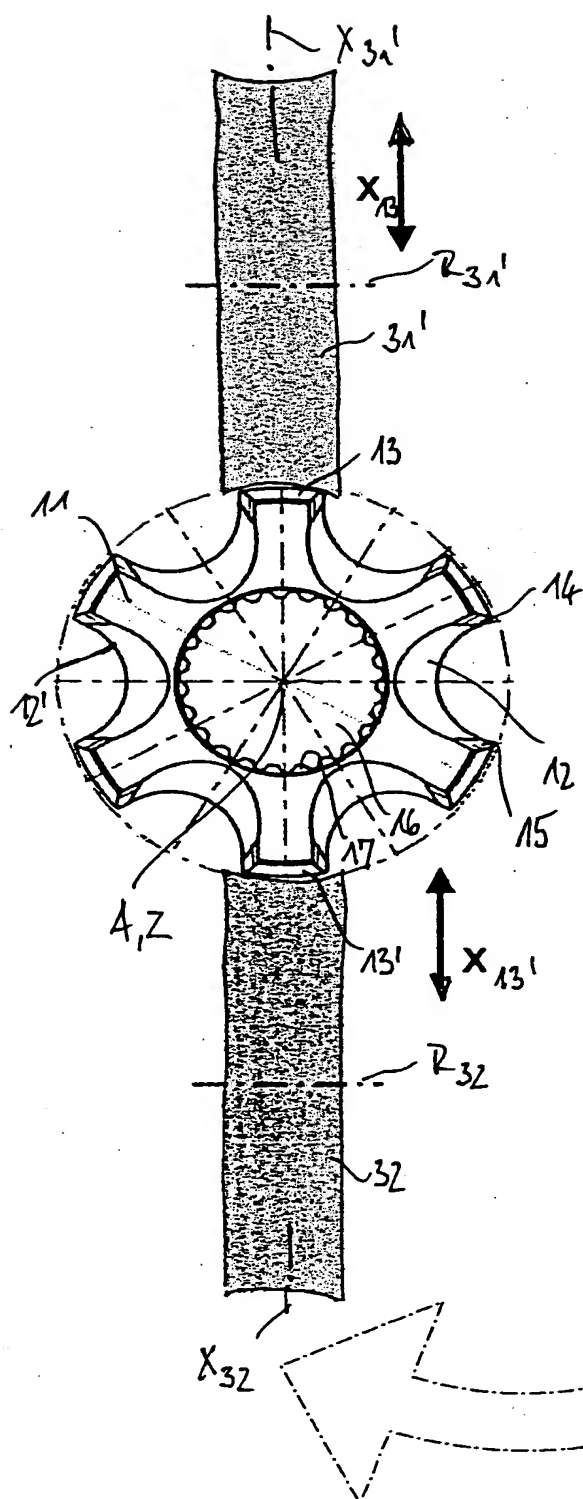


Fig. 4

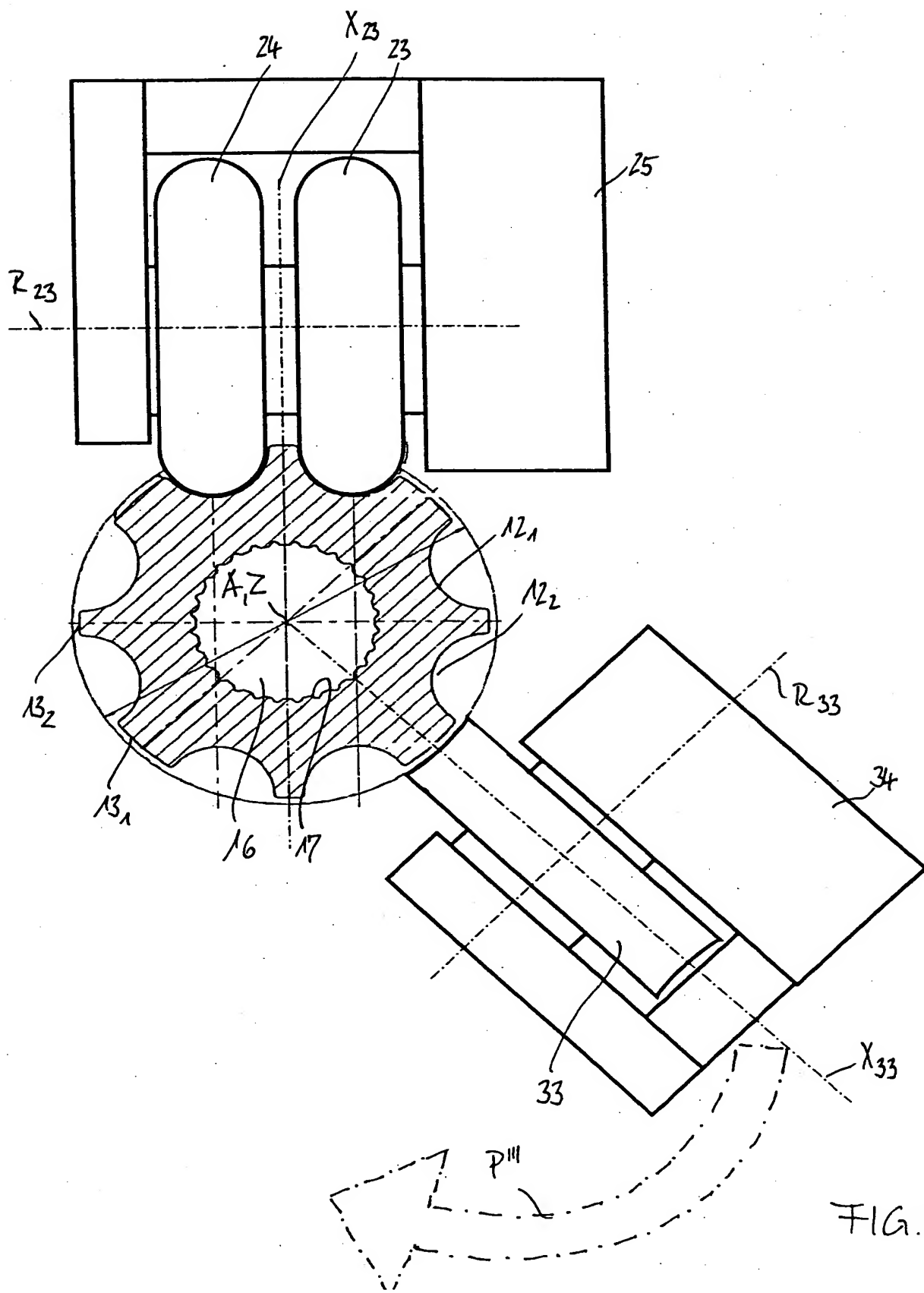


FIG.5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.